土系間氮肥用量對水稻產量與氮養分吸收之影響

The influence of soil series and nitrogen rates on rice yield and nitrogen uptake.

吳添益[1*]、蔡正賢[1,]

[1] 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

*E-mail: tianyih@mdais.gov.tw

摘　　要

本文就苗栗區番子坡系(Fp)，五分埔系(Wn)，栗子園系(Su) 等土系水田處，每處土系各有水稻台南 11 號等 3 種品種參試；氮肥用量分 0、90、150、210、270 公斤/公頃等 5 變級，三重複；每處土系施用磷酐及氧化鉀用量，每公頃各為 60 及 90 公斤，進行兩年 4 期作田間試驗。試驗結果，在各土系間一、二期作產量表現，都以番子坡土系最好，栗子園土系次之。穀物收穫指數方面，2013 年氮肥試驗組中以 150 kg N / ha 的處理組 48.3-52.2% 為最好，土系間一、二期作穀物收穫指數以栗子園土系表現較佳。氮肥用量處理對產量比較結果，2012 年一、二期作分別以 90 及 150 kg N / ha 的處理組產量最好，且在公頃粗收入最高；2013 年一、二期作都以 210 kg N / ha 的處理組產量最好。另外，成熟期調查水稻氮養分吸收利用影響，在水稻植體氮養分濃度、乾物重與氮養分吸收量於各土系試驗組都隨氮肥用量增加而呈現遞增；在試驗組中氮肥利用效率都以 90 kg N / ha 處理組最好，一、二期作分別為 9.3-18.4 kg/kg-N、9.1-11.1 kg/kg-N 為最高。評估氮肥利用回收率(ANUE)，2013 年一、二期作分別為 23.1-24.0 %、15.9-27.6 %，且土系間 ANUE 表現則以番仔坡土系最佳，五分埔土系次之。氮收穫指數則隨氮肥用量增加而呈現遞減趨勢。

關鍵詞：土系；水稻；產量；氮肥。

前　言

據鍾等[11]調查桃園縣、新竹縣、苗栗縣、彰化縣、臺南縣、高雄縣與屏東縣之西瓜、柑橘、高接梨、葡萄、洋香瓜、印度棗及蓮霧等作物產量及施肥量與土壤組之關係，顯示土壤肥力仍是限制作物產量之主要土壤因子。在限制因子中，以石灰含量高為其限制因子的土系數目最多，其次為排水不良者，酸性強者的土系數目則佔第三位多。因此，農民為達高產，常超量使用化學肥料，其原因除與肥料價格低佔生產成本之比例低，營養效應之明確與快速，則是農民施用高量肥料之另一原因。同時陳等[9]也指出，增加氮肥施用量將使穀粒及糙米之蛋白質含量增加，因而使食味變劣[16]。於水稻目前施肥量及推薦量資料及歷年調查資料顯示，施肥總量高居各項作物之冠，易造成水稻倒伏、病蟲害發生[16]。苗栗地區耕地受到地理環境影響，土壤母質呈現小面積和多樣化的特性，導致土壤性質呈現極大的變異，形成土壤過酸或過鹼，排水不良，石礫過多，土層淺薄，土壤養分有效性偏低等情形，對於耕作造成嚴重障礙，也對施肥效果造成極大的影響。針對此狀況，本研究選擇苗栗地區農耕地中三大土系，進行氮肥用量對水稻產量效益與氮養分吸收影響之田間試驗。藉此，瞭解水稻生產時的氮肥利用率與合理的氮肥施用量，強化環境永續生產管理技術，穩定糧食的供給，保護環境品質。

材料與方法

田間設計及肥培管理 針對苗栗縣水稻耕作田，選定三大土系，有後龍鎮復興里，其土壤為砂頁岩

新冲積土番仔坡土系(Fp)[3]；公館鄉石墻村，其土壤為砂頁岩新冲積土五分埔土系(Wn)[3]；苑裡鎮山腳里(2012 年)及三義鄉鯉魚潭村(2013 年)，其土壤為板岩砂頁岩混合冲積土栗仔園土系(Su)[3]，進行田間試驗。試驗區試驗前土壤之土性[5]及土壤肥力性質如表一所示。

表 1、試驗前供試土系土壤理化性質調查

土系	土性	黏粒 %	砂粒 %	酸鹼值	電導度 dS/m	有機質 g/kg	有效磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
							———		mg/kg	———
Fp 系	L	15.5	33.2	5.5	0.133	20.2	27	65	770	165
Wn 系	L	19.5	43.2	5.6	0.118	23.8	33	63	722	131
Su 系*	L	21.5	39.2	4.8	0.414	26.6	12	61	932	169
Su 系**	SL	13.6	26.2	5.3	0.083	14.8	14	37	563	143

*2012 年苑裡田區；**2013 年三義田區。

每一土系試驗田採用逢機完全區集設計，五處理，三品種，三重複，計 45 小區，小區面積 8 m x 5 m = 40 m^2。供試之水稻品種如表二所示。

表 2；試驗區參試之水稻品種(* Su 土系_2012 年苑裡田區；2013 年三義田區。)

試驗區	2012 年		2013 年	
	1st	2nd	1st	2nd
Fp 土系	臺梗 9、臺南 11、臺梗 11	桃園 3、臺南 11、臺梗 11	臺梗 9、臺南 11、臺梗 14	同左
Wn 土系	臺梗 9、臺南 11、臺農 71	同左	臺梗 9、臺南 11、臺農 77	同左
Su 土系*	臺梗 9、臺南 11、高雄 145	臺梗 9、臺南 11、臺梗 14	臺中 192、臺南 11、苗栗 2	臺中 192、臺南 11、臺梗 16

化學氮肥用量分五級，分別 0，90，150，210 及 270 $kgha^{-1}$。磷肥用量為 60 kg P_2O_5 ha^{-1}。鉀肥用量為 90 kg K_2O ha^{-1}。肥料施用法依作物施肥手冊[13]推薦法行之。氮肥以硫酸銨分別於基肥 25%，插秧後一期作 15 天，二期作 10 天施第一次追肥 20%，插秧後一期作 30 天，二期作 20 天施第二次追肥 30%及穗肥 25%施用。磷肥全量於基肥以過磷酸鈣施用，鉀肥以氯化鉀分別於第一次追肥 40%，第二次追肥 60%予以施用。實施期作兩年之插秧及收割行程如表三所示。

表 3:實施期作插秧及收割行程

實施期作	2012 年		2013 年	
	1st	2nd	1st	2nd
插秧日	3 月 2、3 日	7 月 26、27 日	3 月 2、3 日	7 月 26、30 日
收割日	6 月 27 日 ~ 7 月 11 日	11 月 1、6 日	7 月 1、11 日	11 月 14~19 日
栽培日數	114 ~ 127 日	92 ~ 104 日	126 ~ 130 日	112 ~ 115 日

調查及分析項目

水稻植體樣本於穗肥前及收獲時，以逢機方式每小區採取二株，清洗後以 70℃烘乾磨粉，分析水稻植體要素含量。氮之定量以農硫酸消化分解後，用微量擴散法測定，磷、鉀、鈣、鎂之測定則先用硝酸硫酸與過氯酸(4:1:1)等三酸混合液分解，磷用鉬黃法定量，鉀用焰光分析法，鈣及鎂則用原子吸光法測定[1、7]。土壤樣本於種植前以隨機分別採取表土(0~20cm)，進行風乾、萃土、過篩(2mm)。pH 值以玻璃電極法測定水:土(V:W)=(1:1)[6]，有機質以 Walkley-Black 法測定[18]，有效磷以白雷式第 1 法(Bray-1 P Method)測定[18]，交換性鉀、鈣、鎂用 1M 中性醋酸銨萃取，再 以原子吸光譜儀或火焰光度計測定[17]。水稻生育及成熟期分別調查農藝性狀及產

量等資料先做變方分析後，在以 Duncan 最小顯著變域法比較處理之變異性[8]。

結果討論

土系間氮肥用量對水稻生育之影響

本研究進行土系間氮肥用量 2 年四期作之水稻田間試驗，2012 年水稻插秧後第 53-58 天(1st)及 47-48 天(2nd)之生育調查結果。從表 4、6 中得知，一期作株高以番仔坡(Fp)土系 70.6-83.5 公分最高，二期作株高以五分埔(Wn)土系 82.6-90.2 公分最高；成熟期生長第 114-127 天(1st)及 92-104 天(2nd)之生育調查如表 5、7 所示，一、二期作株高都以番仔坡土系分 98.4-132.4 公分及 89.2-106.8 公分最高；各土系於對照組株高比較，一期作高於二期作，在栗子園(Su)土系增長 24-49 %為最高，五分埔土系增長 9-29 %為最低。在試驗組一期作以氮肥用量 90 公斤公頃處理與其他處理間株高有明顯差異；二期作以氮肥用量 90-150 公斤公頃處理與其他處理間株高有明顯差異。插秧後穗肥前之分櫱支數調查，在一期作各土系平均 21.6-25.6 支，土系中以栗子園土系表現最好；二期作各土系平均 13.1-18.9 支，其中以五分埔土系表現最好，試驗組中以番仔坡土系表現最佳。成熟期穗數調查，在一期作各土系平均 17.9-21.8 支，土系中以栗子園土系表現最好；二期作各土系平均 13.6-16.6 支，其中以番仔坡土系表現最高。有效分櫱平均比較，一期作有 84.6 %低於二期作 90.4 %，但在平均穗數則以一期作 19.4 支高於二期作 15.0 支。試驗組穗數隨氮肥用量增加而有提高，其增多幅度隨氮肥用量增加而逐漸趨於下降，在一期作以氮肥用量 90 公斤公頃處理與其他處理間穗支數有明顯差異；二期作以氮肥用量 90-150 公斤公頃處理與其他處理間穗支數有明顯差異。

2013 年水稻插秧後第 64-67 天(1st)及 45-48 天(2nd)之生育調查結果。從表 8、10 中得知，一、二期作株高都以番仔坡土系 64.9-75.1 公分(1st)及 81.1-87.2 公分(2nd)最高；成熟期生長第 126-130 天(1st)及 112-115 天(2nd)之生育調查如表 9、11 所示，一期作株高以番仔坡土系 91.7-112.4 公分最高，二期作株高以五分埔土系 93.8-112.2 公分最高；對照組各土系於株高比較，一期作增高率 41-48 %優於二期作 13-21 %，且在土系間以栗子園土系表現為最高。在試驗組則以隨氮肥用量增加處理間株高有明顯增加趨勢。插秧後穗肥前之分櫱支數調查，一期作各土系在對照組平均 19.5-20.5 支，土系中以栗子園土系表現最好，試驗組中以番仔坡土系表現最佳。二期作各土系平均 15.5-15.9 支，都以栗仔園土系表現最好。成熟期穗數調查，在一期作各土系平均 17.7-19.6 支，土系中以番仔坡土系表現最好；二期作各土系平均 12.7-14.7 支，其中以栗子園土系表現最高。有效分櫱平均比較，一期作有 96.0 %高於二期作 87.9 %，且平均穗數則以一期作 18.9 支高於二期作 13.8 支。試驗組穗數於各個土系間表現不一，但都隨氮肥用量增加而有增加，且與對照組在穗數上有明顯差異。據宋[4]及林[10]研究指出，施氮肥料量增加，可提高水稻分櫱

數及穗數之效果。綜合土系間氮肥用量對水稻生育之影響試驗，在一定範圍內，氮肥施用量越高則穗數、產量提升越多，過量施用肥料最終產量未必增加，反而因分蘗過盛造成通風不良，導致病蟲害孳生危害。

土系間氮肥用量對氮養分吸收之影響

本試驗採選番仔坡及五分埔土系係屬於砂頁岩新冲積土，土性為壤土；栗仔園土系屬於板岩砂頁岩混合新冲積土，2012 年苑裡試驗田區土性為壤土，2013 年三義試驗田區土性為砂壤土。於 2012-2013 年間執行四期作之水稻田間試驗，於每期作穗肥前及成熟期進行田間水稻氮養分吸收調查，結果如下說明。由表 12、13 及 14 中得知，2012 年穗肥前在水稻植體氮養分濃度、乾物重及氮養分吸收量呈現一期作大於二期作，且隨氮肥用量增加而有遞增跡象。從表中得知栗子園土系在一期作氮養分濃度及吸收量表現上差異，系於栽培調查時分櫱數控制不當之故所造成。由表 15、16 及 17 中得知，2012 年成熟期在水稻植體氮養分濃度、乾物重及氮養分吸收量的調查，結果發現無氮肥組與氮肥試驗組有顯著性差異。氮肥試驗組表現都隨氮肥用量增加而遞增，且用量愈高增幅逾見趨緩跡象，並呈現一期作大於二期作。無氮肥組在氮養分濃度及吸收量呈現二期作高於一期作，但在乾物重表現則反之。此差異系因氮養分吸收量與氣溫高低有關，且與栽培期作期間氣溫差異亦有關聯。土系間水稻植體氮養分吸收量表現以番子坡土系最好，栗子園土系次之，五分埔土系最低。由表 18、19 及 20 中得知，2013 年穗肥前在水稻植體氮養分濃度、乾物重及氮養分吸收量，在無氮肥組與氮肥試驗組在統計上有顯著性差異，氮肥試驗組呈現且隨氮肥用量增加而有遞增，遞增幅度隨用量增加而有縮小跡象。與 2012 年相較在穗肥前植體乾物重、氮養分吸收量呈現較低現象。但 2013 年一、二期作差異幅度小於 2012 年差異幅度，此差異是否為年度間氣候溫度差異所致，仍有待繼續探討之。由表 21、22 及 23 中得知，2013 年無氮肥組中成熟期植體氮養分吸收量表現以栗子園土系 33-39 $kgha^{-1}$ 最佳，五分埔土系 15.8-21.6 $kgha^{-1}$ 最低，番子坡土系 24.8-30.4 $kgha^{-1}$ 居中。從一、二期平均來看，植體氮養分、乾物重及氮養分吸收量，都呈現且隨氮肥用量增加而有遞增的現象，與 2012 年相較在成熟期水稻氮養分吸收量差異幅度為低，是否為年度間氣候溫度差異所致，仍有待繼續探討之。本試驗結果顯示植體及糙米之氮吸收量，隨著氮肥用量增加而呈遞增，氮收穫指數則呈遞減。與江(14)、賴(15)等研究結果頗有類似。

土系間氮肥用量對水稻產量之影響

2012 年土系間氮肥用量對水稻產量及粗收入之調查結果，由表 24、25 中得知，一期作產量以氮肥 90 公斤公頃處理平均公頃產量 6,295 公斤為最高，粗收入為 19,408 元；二期作產量以氮肥 150 公斤公頃處理平均公頃產量 5,716 公斤為最高，粗收入為 34,903 元。土系間一、二期作產量表現，都以番仔坡土系最好，栗仔園土系次之。由表 26 中得知，對穀物收穫指數而言，一期作土系間表現以番子坡土

系在以氮肥 90 公斤公頃處理可得 45.2% 指數最好。二期作土系間表現以栗子園土系在以氮肥 150 公斤公頃處理可得 45.2% 指數最好。一、二期作收穫指數隨氮肥用量增加在各土系間均有小幅度遞減現象。對氮肥利用率採用農藝效率表示其結果如表 27 所示，一、二期作氮肥利用率表現，都以氮肥 90 公斤公頃處理可得 9.3 及 11.1 kg/kg-N 最高。土系間一期作以五分埔土系 12.8 kg/kg-N 為最好，二期作以栗仔園土系 14.8 kg/kg-N 為較好。

2013 年土系間氮肥用量對水稻產量及粗收入之調查結果，由表 28、29 中得知，一期作產量以氮肥 210 公斤公頃處理平均公頃產量 7,989 公斤為最高，粗收入為 57,904 元；二期作產量以氮肥 210 公斤公頃處理平均公頃產量 5,592 公斤為最高，粗收入為 22,128 元。土系間產量表現，一期作以番仔坡土系最好，二期作栗仔園土系為佳。由表 30 中得知，對穀物收穫指數而言，一、二期作土系間表現以栗子園土系在以氮肥 150 公斤公頃處理可得 51.5-56.2% 指數最好。一、二期作氮肥試驗組收穫指數隨氮肥用量增加都有先增後遞減現象。對氮肥利用率採用農藝效率表示其結果如表 31 所示，一、二期作氮肥利用率表現，都以氮肥 90 公斤公頃處理可得 18.4 及 9.1 kg/kg-N。土系間一期作以番仔坡土系 26.5 kg/kg-N 為最好，二期作以五分埔土系 11.4 kg/kg-N 為較好。據謝、黃研究指出[2]水稻對氮肥之需要性，受土壤間差異之影響很大。綜合兩年土系間氮肥用量對水稻產量之影響試驗，大部分土系都可看到在一定範圍內，氮肥施用量越高則產量提升越多，但施肥無法無限制的增產[12]，少部分土系產量未見下降但都已出現增產縮小的跡象。且從 2013 年土系間氮肥利用回收率(ANUE)調查結果，也有類似現象。

參考文獻

1. 李蘭帝。1966。大量植體樣本氮、磷、鉀之迅速測定法。中華農業研究 15:1-5。
2. 謝慶芳、黃山內。1976。水稻氮素肥料效率試驗。土壤肥料試驗報告。臺灣省農林廳。
3. 陳春泉。1977。新竹、苗栗縣土壤調查報告。臺灣省農業試驗所報告第 34 號。中國農村復興聯合委員會補助。
4. 宋勳。1980。施肥法影響水稻碾米品質之研究。臺中區農業改良場研究彙報 3:20-24。
5. 王新傳。1981。鮑氏土壤機械分析法。p.27-29。作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊第 13 號。
6. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。p.9-26。作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊第 13 號。
7. 張愛華。1981。本省現行植物測定方法。p.53-59。作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊第 13 號。
8. 葉樹藩。1986。試驗設計學。國立台灣大學農學院。臺北。

9. 陳世雄等。1995。改善稻米品質之土壤與肥培管理技術改進與示範推廣。土壤肥料試驗報告。p.29-38。台灣省政府農林廳編印。
10. 林再發。1998。氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響。臺中區農業改良場研究彙報 61:13-23。
11. 鍾仁賜、何聖賓、許正一。2003。臺灣新研擬土壤管理組之施肥與作物產量之關係。土壤管理組規劃及應用研討會論文集。p.79-99。
12. 王鐘和、林毓雯、丘麗蓉。2004。水稻健康管理體系下之營養與水田管理。p.41-56。水稻健康管理研討會專輯(農業試驗所特刊第 111 號)。行政院農業委員 會農業試驗所編印。臺中。
13. 作物施肥手冊。2005。水稻。P.16-20。中華肥料協會。臺中。
14. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾。2012。氮肥用量對水稻產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 114:35-43。
15. 江志峰。2013。水稻氮素對群體質量提升與產量效應。合理化施肥輔導成果研討會論文專輯。臺中區農業改良場特刊 第 118 號。p.11-32。
16. 吳添益、蔡正賢、朱盛祺、鐘珮哲、張素貞。2013。苗栗區水稻合理化施肥技術之研究及應用。良質米研究團隊研發成果研討會專輯。臺中區農業改良場特刊 第 115 號。p.319-326。
17. Kundsen, D., G. A. Peterson and P. F. Pratt.1982.Lithium,sodium and potassium. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part II 2nd edition. ASA, Madison. Wisconsin, USA. p.225-246.
18. Nelson, D. W. and L. E. Sommmers.1982. Total carbon,organic carbon and organic matter. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part II 2nd edition. ASA, Madison. Wisconsin, USA. p.539-579.

The influence of soil series and nitrogen rates on rice yield and nitrogen uptake.

Tian-Yih Wu,[1*] Jeng-Hsien Tsai[1,]
[1]Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R.O.C.
*E-mail: tianyih@mdais.gov.tw

Abstract

The test of rice nitrogen fertilization was conducted at 3 different soil series at Miaoli, Fangtzupo(Fp), Wufenpu(Wn), and Litzuyuan(Su) respectively. Each soil series had 3 rice cultivars and 5 nitrogen rate (0, 90, 150, 210, 270 kg ha^{-1}), with the fixed rate of 60 kg P_2O_5 ha^{-1} and 90 kg K_2O ha^{-1}. The result showed that soil series Fp had the highest yield at the first and second season, followed with soil series Su. The N rate of 150 kg ha^{-1} had the highest harvest index (48.3-52.2%) at year 2013. The soil series Su had the highest harvest index. The N rate which had highest yield and gross income was 90 and 150 kg ha^{-1} at year 2012, and 210 kg ha^{-1} at year 2013. The rice nitrogen content, dry weight and nitrogen uptake increased with nitrogen application at all three soil series. The N rate of 90 kg ha^{-1} had the highest nitrogen use efficiency (9.3-18.4 kg/kg-N at the first season and 9.1-11.1 kg/kg-N at the second season). The agronomic nitrogen use efficiency (ANUE) was 23.1-24.0 % at the first season and 15.9-27.6 % at the second season at year 2013. The soil series Fp had the highest ANUE, followed with soil series Wn. Nitrogen harvest index decreased with nitrogen application.

Keyword: soil series；rice : yield；nitrogen rate；nitrogen uptake.

表 **4**、**2012** 年一期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	68.9c	70.6b	63.8b	21.6c	22.0d	25.3 d
A	75.1b	79.4a	72.9a	27.8b	27.6c	37.6 c
B	80.1a	81.9a	73.8a	32.3a	31.3b	38.9bc
C	79.9a	86.2a	74.3a	33.9a	36.5a	40.2ab
D	80.0a	83.5a	74.2a	34.2a	35.6a	42.0 a

*CK：無氮肥區，A：90kg-N/ha，B：150kg-N/ha，C：210kg-N/ha，D：270kg-N/ha。

表 **5**、**2012** 年一期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	88.5 c	98.4 d	95.2 c	17.9 b	18.6 c	21.8 b
A	102.5 b	113.4 c	107.1 b	23.1 a	23.2 b	26.1 a
B	110.7 a	123.5 b	113.9 a	26.6 a	25.1 ab	27.6 a
C	114.9 a	133.2 a	114.5 a	26.9 a	27.4 a	28.2 a
D	112.9 a	132.4 ab	117.1 a	25.8 a	26.6 a	28.1 a

*同表 4 說明。

表 **6**、**2012** 年二期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	82.6a	76.1c	65.9c	18.7b	18.1c	13.1c
A	84.9a	81.0b	69.2b	21.7ab	24.2b	15.0bc
B	88.1a	83.0ab	68.4c	22.7ab	26.2ab	17.3ab
C	87.9a	84.0ab	72.2ab	24.0a	29.1a	18.3a
D	90.2a	86.0a	74.1a	23.9a	29.3a	19.2a

*同表 4 說明。

表 **7**、**2012** 年二期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	89.9 c	89.2 d	81.8 d	14.8 c	16.6 d	13.7 c
A	95.6 b	96.7 c	89.5 c	16.2 bc	21.9 c	16.0 b
B	98.0 ab	100.1bc	95.7 b	18.4 ab	24.3 bc	18.1 ab
C	101.1 a	103.8ab	99.2 ab	19.0 a	26.6 ab	19.6 a
D	102.5 a	106.8 a	102.7 a	19.5 a	27.7 a	19.8 a

*同表 4 說明。

表 **8**、**2013** 年一期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	60.1 c	64.9 b	63.5a	19.5 d	20.3c	20.5b
A	63.8 b	69.7ab	66.3a	21.4 c	24.4b	22.0a
B	68.7ab	71.6ab	66.0a	23.9 b	25.3b	22.7a
C	70.5 a	73.1 a	66.8a	24.4ab	26.7a	23.1a
D	70.8 a	75.1 a	66.2a	25.7 a	27.8a	23.1a

*同表 4 說明。

表 **9**、**2013** 年一期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系	Wn 土系	Fp 土系	Su 土系
CK*	86.0 c	91.7 c	93.7 b	17.7 c	19.6 c	19.5 d
A	93.6 b	102.4b	95.5ab	20.7 b	22.4 b	20.9 c
B	99.3ab	105.7ab	97.4ab	23.5 a	26.2 a	21.7bc
C	103.4 a	108.9ab	99.1ab	24.2 a	27.0 a	22.5ab
D	105.0 a	112.4 a	100.9 a	24.3 a	27.5 a	23.3 a

*同表 4 說明。

表 **10**、**2013** 年二期作土系間氮肥用量對水稻穗肥前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			分蘗數(支)		
	Wn 土系	**Fp** 土系	**Su** 土系	**Wn** 土系	**Fp** 土系	**Su** 土系
CK*	**77.4 b**	**81.1 d**	**85.2a**	**15.7c**	**15.5e**	**15.9d**
A	**76.1 b**	**83.1 c**	**86.5a**	**17.1b**	**17.0d**	**18.1c**
B	**78.1ab**	**85.2 b**	**85.1a**	**18.0b**	**19.3c**	**19.0c**
C	**80.9ab**	**86.2ab**	**86.4a**	**19.3a**	**20.3b**	**20.5b**
D	**82.9 a**	**87.2 a**	**85.4a**	**20.0a**	**22.7a**	**22.7a**

*同表 4 說明。

表 **11**、**2013** 年二期作土系間氮肥用量對水稻採收前農藝性狀調查

氮肥用量 (kg/ha)	株高(公分)			穗數(支)		
	Wn 土系	**Fp** 土系	**Su** 土系	**Wn** 土系	**Fp** 土系	**Su** 土系
CK*	**93.8 e**	**93.3 b**	**96.0 b**	**12.7 e**	**14.0 c**	**14.7 e**
A	**99.1 d**	**98.5ab**	**99.5ab**	**15.7 d**	**17.1 b**	**17.8 d**
B	**103.4 c**	**101.2a**	**101.2ab**	**17.9 c**	**18.3ab**	**20.8 c**
C	**108.2 b**	**103.9a**	**103.7ab**	**19.7 b**	**21.5 a**	**23.4 b**
D	**112.2 a**	**104.1a**	**106.3 a**	**22.1 a**	**21.2 a**	**25.3 a**

*同表 4 說明。

表 **12**、土系間氮肥用量對穗肥前水稻植體氮養分濃度**(g/kg)**之調查**(2012)**

氮肥用量 (kg/ha)	**Wn** 土系		**Fp** 土系		**Su** 土系		平均	
	1st	**2nd**	**1st**	**2nd**	**1st**	**2nd**	**1st**	**2nd**
CK*	**13.5 d**	**12.1 b**	**18.4 c**	**11.5 c**	**20.4 d**	**11.3 a**	**17.4 a**	**11.6 c**
A	**16.5 c**	**13.9 ab**	**23.0 b**	**13.0 bc**	**35.1 c**	**10.4 a**	**24.9 a**	**12.4bc**
B	**18.2 b**	**14.3 ab**	**22.9 b**	**14.3 bc**	**36.4 bc**	**11.7a**	**25.8 a**	**13.4bc**
C	**17.0 bc**	**15.9 ab**	**27.5 a**	**15.2 b**	**40.0 a**	**13.2 a**	**28.2 a**	**14.8ab**
D	**18.9 a**	**16.3 a**	**24.3 b**	**18.6 a**	**37.5 b**	**14.7 a**	**26.9 a**	**16.5 a**

*同表 4 說明。

表 13、土系間氮肥用量對穗肥前水稻植體乾物重(g/plant)之調查(2012)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	20.8c	19.6 b	25.5 c	21.6 c	19.0b	12.2c	21.8 a	17.8 a
A	30.4b	23.5 a	39.8 b	29.6 b	27.5a	15.6bc	32.6 a	22.9 a
B	31.8ab	24.7 a	42.1ab	31.8 b	25.9a	18.8ab	33.3 a	25.1 a
C	32.5ab	24.8 a	45.1ab	34.9ab	25.9a	20.2a	34.5 a	26.6 a
D	34.4a	25.5 a	47.1a	36.3 a	25.5a	20.9a	35.7 a	27.6 a

*同表 4 說明。

表 14、土系間氮肥用量對穗肥前水稻植體氮養分吸收量(kg/ha)之調查(2012)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	46.6 c	39.7 b	78.8 c	41.5 d	64.9 b	22.5 d	63.4 b	34.6b
A	84.0 b	54.2ab	152.3b	65.6 c	160.9 a	26.4 c	132.4ab	48.7ab
B	96.7ab	58.7ab	160.9 b	76.1 bc	157.1 a	36.5 bc	138.2ab	57.1ab
C	92.4ab	65.5 a	206.9 a	88.4 b	172.7 a	44.3ab	157.3 a	66.1ab
D	108.6 a	70.1 a	191.0ab	112.9a	159.5 a	51.0 a	153.0 a	78.0 a

*同表 4 說明。

表 15、土系間氮肥用量對採收前水稻植體氮養分濃度(g/kg)之調查(2012)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	3.16 d	4.74 d	4.86 e	4.97 d	2.97 d	4.40 e	3.66 c	4.70 c
A	5.26 c	5.62 c	7.49 d	6.70 c	6.46 c	5.72 d	6.40 b	6.01bc
B	8.01 b	6.70 b	9.50 c	7.15 c	9.06 b	7.87 c	8.86ab	7.24 b
C	9.13 a	7.17 b	10.9 b	8.04 b	9.79 b	9.36 b	9.94 a	8.19ab
D	7.35 b	8.11 a	12.7 a	9.80 a	11.0 a	10.97 a	10.35 a	9.63 a

*同表 4 說明。

表 16、土系間氮肥用量對採收前水稻植體乾物重(g/plant)之調查(2012)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	35.1 b	27.9 c	41.8 b	39.8 b	45.1 b	35.9 b	40.7 b	34.5 b
A	47.9ab	32.2bc	52.5 a	49.0ab	50.9ab	44.5 a	50.4 a	41.9ab
B	47.3ab	40.0ab	60.9 a	50.9ab	49.2ab	41.2ab	52.5 a	44.0ab
C	50.9 a	44.6 a	60.3 a	57.2 a	56.4 a	43.7ab	55.9 a	48.5 a
D	49.3ab	44.5 a	58.7 a	57.8 a	55.3 a	48.9 a	54.4 a	50.4 a

*同表 4 說明。

表 17、土系間氮肥用量對採收前水稻植體氮養分吸收量(kg/ha)之調查(2012)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	18.4d	22.1 c	33.9 d	33.1 d	22.4 d	26.3 e	24.9 c	27.2 c
A	41.9c	30.1 c	65.7 c	54.8 c	55.0 c	42.3 d	54.2 b	42.4bc
B	62.8ab	45.2 b	96.3 b	60.5bc	74.0 b	54.1 c	77.7ab	53.3 b
C	77.8a	53.3ab	109.1b	76.6ab	91.9 a	68.1 b	92.9 a	66.0ab
D	60.8b	60.3 a	124.2a	94.7 a	101.7 a	88.9 a	95.6 a	81.3 a

*同表 4 說明。

表 18、土系間氮肥用量對穗肥前水稻植體氮養分濃度(g/kg)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	11.0 b	14.5 c	16.1 c	14.2 c	24.6 a	17.6 ab	17.2 a	15.4 b
A	12.0 b	16.6 bc	17.3 c	15.4 bc	23.6ab	17.9 ab	17.6 a	16.6 ab
B	13.5 a	19.1 ab	18.6 b	16.8abc	21.1 c	18.7 a	17.7 a	18.2 ab
C	14.7 a	21.3 a	21.8 a	18.5 a	22.2bc	16.9 b	19.6 a	18.9 a
D	11.8 b	20.3 a	21.4 a	18.3 ab	22.5bc	16.6 b	18.6 a	18.4 ab

*同表 4 說明。

表 19、土系間氮肥用量對穗肥前水稻植體乾物重(g/plant)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	14.2 c	10.5 d	14.1c	17.2 c	12.0d	21.9 b	13.4 b	16.6 b
A	19.4 b	13.5 c	20.0b	21.7 b	15.3c	23.6 b	18.2 ab	19.6 ab
B	23.1 a	15.7 c	25.1a	24.7ab	16.1bc	23.1 b	21.4 a	21.2 ab
C	24.8 a	18.2 b	26.0a	25.3 a	19.4a	29.4 a	23.4 a	24.3 ab
D	24.4 a	20.8 a	28.1a	26.8 a	17.6b	32.2 a	23.4 a	26.6 a

*同表 4 說明。

表 20、土系間氮肥用量對穗肥前水稻植體氮養分吸收量(kg/ha)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	26.1 d	25.5 c	37.8 d	40.7 d	49.3 c	64.7 c	37.7 b	43.6 c
A	38.8 c	37.5 bc	58.0 c	55.7 c	60.2 b	70.4 bc	52.3 ab	54.5 bc
B	52.2 b	50.2 b	77.8 b	69.2 b	56.6 b	72.1 bc	62.2 ab	63.8abc
C	60.7 a	64.5 ab	94.6 a	77.8 ab	71.5 a	83.1 ab	75.6 a	75.1ab
D	47.9 b	70.7 a	100.5 a	81.1 a	65.9 ab	89.4 a	71.4 a	80.4 a

*同表 4 說明。

表 21、土系間氮肥用量對採收前水稻植體氮養分濃度(g/kg)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	3.07 c	5.12 c	4.56 c	4.66 c	6.27 a	6.30 a	4.64 a	5.36 b
A	4.13 bc	6.60 bc	6.32 b	7.39 ab	6.07 a	6.44 a	5.51 a	6.81 ab
B	5.10 ab	7.55 b	7.70 b	7.04 b	6.15 a	6.21 a	6.32 a	6.93 ab
C	5.34 ab	9.23 a	9.35 a	8.51 ab	6.04 a	5.89 a	6.91 a	7.88 a
D	5.70 a	8.62 ab	10.85 a	8.99 a	6.10 a	6.55 a	7.55 a	8.05 a

*同表 4 說明。

表 22、土系間氮肥用量對採收前水稻植體乾物重(g/plant)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	31.0 c	25.4 c	40.0 c	32.3 b	37.0 c	31.3 d	36.0 b	29.7 c
A	36.8 bc	30.7 bc	45.4 bc	39.4ab	39.6 bc	39.1 bc	40.6 b	36.4abc
B	38.8 b	32.2 b	53.1 b	37.4ab	37.1 c	35.4 c	43.0ab	35.0bc
C	49.9 a	34.5 b	52.0 b	43.2 a	43.1ab	42.2ab	48.3ab	40.0ab
D	54.3 a	42.1 a	65.0 a	40.0ab	44.5 a	44.4 a	54.6 a	42.2 a

*同表 4 說明。

表 23、土系間氮肥用量對採收前水稻植體氮養分吸收量(kg/ha)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	15.8 c	21.6 c	30.4 d	24.8 b	39.0a	33.0b	28.4 b	26.5 c
A	25.6 b	33.8 bc	47.8 c	48.4 a	40.2a	42.1ab	37.9ab	41.4 b
B	32.7 b	40.6 b	67.7 b	44.3 ab	38.0a	36.8b	46.1ab	40.6 b
C	44.4 a	53.2 ab	80.8 b	61.6 a	43.3a	41.4ab	56.2ab	52.1ab
D	51.6 a	60.7 a	117.7 a	60.6 a	45.4a	48.5a	71.6 a	56.6 a

*同表 4 說明。

表 24、2012 年一期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	3,999 a	6,343 bc	6,045 ab	5,462 a	0
A	5,152 a	7,212 ab	6,522 a	6,295 a	19,408
B	4,871 a	7,121 ab	5,747 b	5,913 a	7,976
C	4,794 a	6,252 c	5,320 bc	5,455 a	-5,432
D	5,411 a	6,839 b	4,860 c	5,703 a	-484

*同表 4 說明。**粗收入差異=施氮區粗收入-無氮區粗收入-氮肥成本。
***粗收入稻穀以每公斤 26 元計算。氮肥成本每公斤以 25 元計算。

表 25、2012 年二期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	3,870 a	5,200 b	3,619 c	4,230 a	0
A	4,252 a	6,480 a	4,952 b	5,228 a	23,706
B	4,846 a	6,645 a	5,658 ab	5,716 a	34,903
C	4,888 a	6,695 a	5,560 ab	5,714 a	33,351
D	4,732 a	6,679 a	5,726 a	5,712 a	31,799

*同表 24 說明。

表 26、土系間氮肥用量對水稻收穫指數(HI)之調查(2012)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 1st	Wn 土系 2nd	Fp 土系 1st	Fp 土系 2nd	Su 土系 1st	Su 土系 2nd	平均 1st	平均 2nd
CK*	40.6	45.3	47.7	44.1	44.6	37.9	44.3 a	42.4 a
A	39.2	43.7	45.2	44.3	43.5	40.0	42.6ab	42.7 a
B	38.2	41.7	41.2	44.0	41.2	45.2	40.2abc	43.6 a
C	36.1	39.4	38.4	41.4	36.1	43.2	36.9 c	41.3 a
D	39.7	38.6	41.1	41.1	34.5	41.3	38.5bc	40.3 a

*同表 4 說明。

表 27、土系間氮肥用量對氮肥利用率之表現(2012)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (kg/kg-N) 1st	Wn 土系 (kg/kg-N) 2nd	Fp 土系 (kg/kg-N) 1st	Fp 土系 (kg/kg-N) 2nd	Sn 土系 (kg/kg-N) 1st	Sn 土系 (kg/kg-N) 2nd	AVG (kg/kg-N) 1st	AVG (kg/kg-N) 2nd
CK*	0	0	0	0	0	0	0	0
A	12.8 a	4.2 a	9.7 a	14.2 a	5.3 a	14.8 a	9.3 a	11.1 a
B	5.8 a	6.5 a	5.2 ab	9.6 ab	-2.0ab	13.6ab	3.0 ab	9.9 a
C	3.8 a	4.8 a	-0.4 c	7.1 b	-3.4ab	9.2bc	-0.03b	7.1 a
D	5.2 a	3.2 a	1.8 bc	5.5 b	-4.4 b	7.8 c	0.89b	5.5 a

*同表 4 說明。

表 28、2013 年一期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	4,206 a	6,120 a	6,355 a	5,560 a	0
A	5,880 a	8,502 b	7,254 a	7,212 ab	40,702
B	6,795 b	8,563 b	7,935 a	7,764 b	53,554
C	7,176 b	8,782 b	8,009 a	7,989 b	57,904
D	7,328 b	8,195 b	8,007 a	7,843 b	52,608

*同表 24 說明。

表 29、2013 年二期作土系間氮肥用量對產量及粗收入***之表現

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (公斤/公頃)	Fp 土系 (公斤/公頃)	Su 土系 (公斤/公頃)	AVG (公斤/公頃)	差異** (元/公頃)
CK*	3,955 b	4,291 a	5,371 b	4,539 a	0
A	4,981 ab	4,795 a	6,297 a	5,358 a	19,044
B	5,156 a	4,985 a	6,242 a	5,461 a	20,222
C	5,349 a	5,128 a	6,300 a	5,592 a	22,128
D	5,121 a	5,125 a	5,911 a	5,386 a	15,272

*同表 24 說明。

表 30、土系間氮肥用量對水稻收穫指數(HI)之調查(2013)

氮肥用量	Wn 土系		Fp 土系		Su 土系		平均	
(kg/ha)	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	44.9a	48.3a	47.8ab	44.4a	50.8 a	50.7ab	47.8 a	47.8 a
A	48.9a	49.3a	53.0a	42.2a	52.4 a	49.1ab	51.4 a	46.9 a
B	51.2a	49.0a	49.2a	44.4a	56.2 a	51.5 a	52.2 a	48.3 a
C	46.3a	48.2a	50.3a	41.6a	52.8 a	47.2bc	49.8 a	45.7 a
D	44.8a	42.2b	43.1b	43.5a	51.9 a	44.4 c	46.6 a	43.4 a

*同表 4 說明。

表 31、土系間氮肥用量對氮肥利用率之表現(2013)

氮肥用量 (kg/ha)	Wn 土系 (kg/kg-N)		Fp 土系 (kg/kg-N)		Su 土系 (kg/kg-N)		AVG (kg/kg-N)	
	1st**	2nd**	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
CK*	0	0	0	0	0	0	0	0
A	18.6 a	11.4 a	26.5 a	5.6 a	10.0 a	10.3 a	18.4 a	9.1 a
B	17.3 ab	8.0 ab	16.3 b	4.6 a	10.5 a	5.8 b	14.7 ab	6.1 ab
C	14.1 ab	6.6 ab	12.7 b	4.0 a	7.9 a	4.4 b	11.6 ab	5.0 b
D	11.5 b	4.3 b	7.7 c	3.1 a	6.1 a	2.0 c	8.4 b	3.1 b

*同表 4 說明。